

JA 0011576

FEB 1973

20448A/11 J04103 R46 HAND-19.07.76  
 HANDOTAI KENKYU SHI \*J5 3011-576  
 19.07.76-JA-085846 (02.02.78) B01j-17/22 H011-21/20

Appts. for chemical vapour deposition e.g. vapour growth of silicon - includes wings in reaction tube at gas inlet end or uses several gas inlets to provide revolving gas flow for uniform deposition

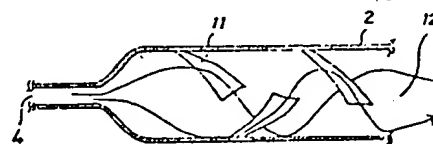
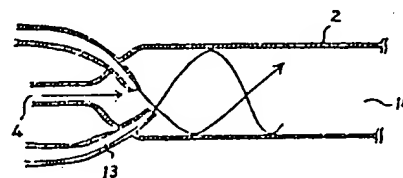
Appts. for chemical vapour deposition comprises a reaction tube; a gas inlet at one end of the reaction tube through which reaction gases are supplied into the tube; and wings on the inner surface of the tube in the vicinity of the gas inlet. Instead of the wings, several jet inlets may be provided in the vicinity of the gas inlet.

A chemical vapour deposition process such as vapour growth of silicon is carried out by passing reaction gases through the wings or the jet inlets. In the case of the jet inlets, one of the reaction gases is supplied through the jet inlets into the reaction tube.

By the presence of the wings, or by the jet gas from the jet inlets, the laminar flow of the reaction gases is converted to revolutionary flow. Reaction prod. is uniformly deposited on a substrate arranged in the reaction tube.

J(4-X) L(3-D3H).

99



J53011576

⑨日本国特許庁  
公開特許公報

⑩特許出願公開  
昭53—11576

⑪Int. Cl.<sup>2</sup>  
H 01 L 21/205  
B 01 J 17/22

識別記号

⑫日本分類  
99(5) B 15  
13(7) D 532

庁内整理番号  
7739—57  
7158—4A

⑬公開 昭和53年(1978)2月2日

発明の数 2  
審査請求 有

(全 11 頁)

⑭気相成長による薄膜形成方法

⑮発明者 西澤潤一

仙台市米ヶ袋一丁目6番16号

⑯特 願 昭51—85846

⑰出 願 人 財団法人半導体研究振興会

⑱出 願 昭51(1976)7月19日

仙台市川内(番地なし)

明 細 書

1. 発明の名称 気相成長による薄膜形成方法

2. 特許請求の範囲

(1) 反応管と一体もしくは別体として形成され、ガス流入口から二種或いはそれ以上のガスを混合し、しかも層流に回転を与える羽根を内部に有する管を設け、該管から流出する回転ガス流により基板上にはば一様な薄膜を形成することを特徴とする気相成長による薄膜形成方法。

(2) 反応管のガス流入口に、反応管と一体もしくは別体として形成され、前記ガス流入口からの二種或いはそれ以上のガスを混合し、しかも層流に回転を与える気体噴出部を内部に有する管を設け、該管から流出する回転ガス流により基板上にはば一様な薄膜を形成することを特徴とする気相成長による薄膜形成方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、CVD(化学気相反応法)を用い

た新規な薄膜形成方法に関する。

CVDには、SiCl<sub>4</sub>(四塩化けい素)の水素還元法によるSi(シリコン)の気相成長、SiH<sub>4</sub>(シラン)とO<sub>2</sub>(酸素)との混合ガスによるSiO<sub>2</sub>(酸化けい素)の気相成長、NH<sub>3</sub>(アンモニア)とSiH<sub>4</sub>との混合ガスによるSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>(窒化けい素)の気相成長、Al<sub>2</sub>SiCl<sub>6</sub>(三塩化砒素)と(CH<sub>3</sub>)<sub>3</sub>Ga(トリメチルガリウム)との混合ガスによるGaAs(ガリウム砒素)の気相成長、その他がある。

従来これらのCVDは、数種類のガスを、反応管のガス流入口から、反応管内部に設けた基板に向け直接封入し、気相成長を行なうことによつてなされている。

第1図は従来の薄膜形成装置の一例を示す概略断面図である。

薄膜が形成される基板1は、周囲に加熱炉5を有する反応管2内に、カーボン・ボート6を介し固定される。

なお、カーボン・ポート6は、固定部3によって固定されている。

ガスは、反応管2が有するガス流入口4から、基板1の表面めがけて直接流入される。従って、ガスは混合が十分はされないまま、例えばシリコンの気相成長の場合であれば、SiとCl<sub>2</sub>とH<sub>2</sub>（水素）とが十分混合されないまま、基板1に向かう。又このガスは、ガス自体が有している固有の粘性により、反応管2の中央部と周辺部により速度の差が生じ、従って、ガスを基板1の表面全体に均一にいきわたらせることはできない。更に、このガスは、第1図中実線Cで示した経路をとるため、図中A部分とB部分とでは、流れ方向の成長速度分布が異なり、即ち、結果的にA部分の成長速度はB部分の成長速度に比べ大きく、従って、流れ方向（例えば図中実線Cの場合は矢印方向）に均一な不純物分布をもたせることができず、これ又基板1表面に均一な薄膜の形成はできない。

要するに、従来の薄膜形成方法では、どうし

ても基板表面に均一な薄膜を得ることができずにいる。

そこで、この従来の欠点を少しでも緩和する方法として、反応管2の径を出来る限り大きくし、しかもガスの流量を多くして、基板1の中央部と周辺部に供給する量を見掛け均一にするこゝが考えられたが、やはりこれでも、数種類のガスがガス流入口よりそのまま流入されるので、ガスの混合が不十分で、しかもガスの流れ方向の、又ガス流の直角方向の成長速度分布もさほど変わらず、依然として基板1上に均一な薄膜が得られずにいる。更にこの方法は、ガスを必要以上に使用するため、不経済で、このことが半導体装置の価格にも大いに影響している。又乱流にすると逆流がおこって汚染する欠点もある。

本発明は以上の従来の欠点を除去するものであり、その目的はガスを有効に用いて均一性の高い薄膜を形成する薄膜形成方法を提供することにある。

以下図面を参照して本発明の薄膜形成方法を詳細に説明する。

第2図は本発明の薄膜形成方法を用いた装置の一例の概略断面図である。

この例における装置は、反応管2と、反応管2と一体としてガス流入口4に設けられ、形状がスクュー型の羽根7を有する管8と、ガスを反応管2外に流出する流出口9と、反応管チャップ10とから形成されている。

基板1は、反応管2内に、固定部3により固定されているポート6を介し固定される。

本発明の方法は、二種或いはそれ以上ガスを、ガス流入口4より、従来のように直接基板1へ送り込むのではなく、ポート6との間にスクュー型の羽根7を有する管8を介在させ、ここを通して基板1へ送り込む。

従って、羽根7により、各ガスは回転しながら十分混合され、しかも層流に回転が与えられるので、反応管中央部と周辺部との速度の差を殆んどなくすることができ、しかも流れ方向の

成分速度も同様に差を殆んどなくすることができ、こので、基板1上に均一な薄膜が得られることになる。

次に、本発明の方法による薄膜形成が如何に優れているが具体的に説明する。

例えば、第2図に示した構造のもので、反応管2が直径40mmの石英ガラス管から成り、ガス流入口4、流出口9の径がそれぞれ10mmφ、基板1が25mm×25mmのSiを用いた湯台と例にヒリ、羽根7を設けない従来のものと、羽根とポート間隔150mm、羽根間隔30mmなる羽根7を設けた本発明の一例のものとの実験結果を比較し示したのが第1表である。

なお、ガスはH<sub>2</sub>を5L/min、SiCl<sub>4</sub>を1%、0℃のときで20分流してある。

第1表から明らかなように、本発明の方法を用いたものは、全体的に薄膜の成長厚さの相違をみた場合、違いの最高が1.0μmだけであり、従来の違い5.5μmに比べ格段に優れている。又

不純物密度の相違をみても、本発明を用いたものは  $0.2 \times 10^{-10} \text{ atm/cm}^2$ 、従来のものは  $0.5 \times 10^{-10} \text{ atm/cm}^2$  とこれ又大きな差がある。

	基板の前	基板の後	管中央部	管周辺部
成長厚さ(μ)	22.0 (23.0)	21.0 (17.5)	21.0 (21.0)	21.5 (18.5)
不純物密度(10 <sup>10</sup> atm/cm <sup>2</sup> )	1.5 × 10 <sup>-10</sup> (1.5 × 10 <sup>-10</sup> )	1.3 × 10 <sup>-10</sup> (1.0 × 10 <sup>-10</sup> )	1.4 × 10 <sup>-10</sup> (1.4 × 10 <sup>-10</sup> )	1.3 × 10 <sup>-10</sup> (1.2 × 10 <sup>-10</sup> )

(括弧書きが従来)

(第1表)

以上第2図においては、スクリュー型の羽根7を有する管8が反応管2と一体となっている例により説明を行ったが、本発明の薄膜形成方法を実現できる装置はこれに限るものではない。

管8は、反応管2と一体でなく、別体のものでも、又反応管2のガス流入口4の前にコネクタを介して設けたものでも構わず、又羽根7の形状はスクリュー型に限られず、層流に均一な

SiC<sub>2</sub>を噴出し、ガス流入口4からのガスを回転させながら十分混合し、しかも層流に回転を与えるので、第2図に示した例と同様、基板上に均一な薄膜が得られる。

第5図(a)は管14を直径55mmφ、長さ450mmの石英反応管から、又気体噴出部13を直径10mmφ、気体噴出部先端3mmφの石英ガラス管が5天々形成し、管14を第2図の装置における管8の部分に設けた場合の薄膜成長層の厚み分布、第5図(b)は従来の方法による薄膜成長層の厚み分布である。

基板は25mm×25mmのSiを用い、SiとN<sub>2</sub>の気相成長によりH<sub>2</sub>E0.15L/min, NH<sub>3</sub>を3L/min, 0.3%のSiH<sub>4</sub>を0.03L/min, 1000℃のもとで10分流してある。

第5図(c), (d)には、薄膜成長層の厚み分布を示したが、ピンホール、クラック等でも著しい差がある。

なお、第4図には気体噴出部13が2個のも

特開4753-11576(3)  
回転が与えられるが、如何なるものでもよい。

第3図は本発明の方法が実現できる羽根部分を示す概略図である。

管12は、第2図における管8に相当する部分で、反応管2と一体のものでも、別体のものでも構わず、図示してあるのは一体の場合である。

管12における羽根は、スクリュー型でなく、板状のものをねじり形成した部分11を複数個配列したものであつて、

具体的に一例を示せば、厚み1〜3mmの石英ガラス或いはバイレックス板をねじり形成した部分11を、間隔20〜50mmでもって反応管2に交互に配列すればよい。

第4図は、本発明の方法が実現できる装置の他の一例で、二種あるいはそれ以上のガスの混合を気体噴出部により行うものである。

管14は、二個の気体噴出部13を有しており、この噴出部13から、気体の例えはH<sub>2</sub>と

を示してあるが、何も2個に限られるものではなく、設計条件により異なる。

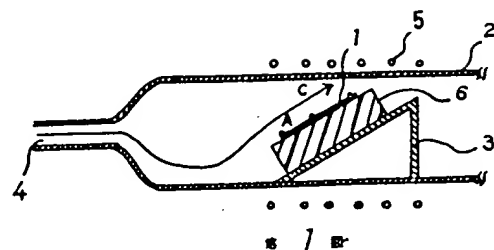
以上これまでの例においては、SiC<sub>2</sub>によるSiの気相成長及びSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>を述べたが、本発明はこれに限られるものではなく、SiO<sub>2</sub>のSiH<sub>4</sub>+O<sub>2</sub>からのCVDなど他種用薄膜、GaAs等のIII-V化合物気相成長等に適用できるのは勿論である。

以上説明したように本発明の薄膜形成方法は、反応管のガス流入口に、反応管と一体もしくは別体として形成され、ガス流入口からの二種或いはそれ以上のガスを混合し、しかも層流に回転を与える羽根を内部に有する管を設けるか、或いは羽根の代りに気体噴出部を有する管を設けるかすることにより、反応管中央部と周辺部との速度の差を殆どなくすることができ、しかも流れ方向の成分速度も同様に差を殆どなくするので、基板上に均一な薄膜を得ることができ工業的に大きな利点を有している。

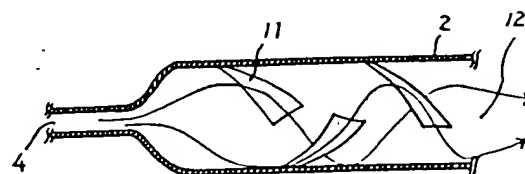
4. 図面の簡単な説明

第1図は従来の薄膜形成装置の一例を示す概略断面図、第2図は本発明の薄膜形成方法を用いた装置の一例の概略断面図、第3図は本発明の方法が実現できる羽根部分を示す概略図、第4図は本発明の方法が実現できる装置の他の一例、第5図(a)、(b)は従来の装置によった基板型の薄膜形成状態と、本発明の方法によった基板型の薄膜形成状態とを示す図である。

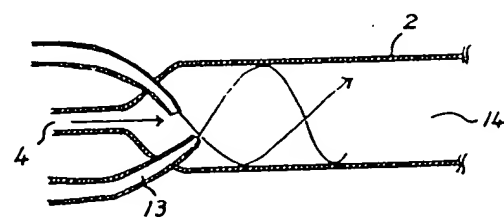
1... 基板, 2... 反応管, 4... ガス流入口,  
7, 11... 羽根, 8, 12, 14... 管,  
13... 気体噴出部



第1図



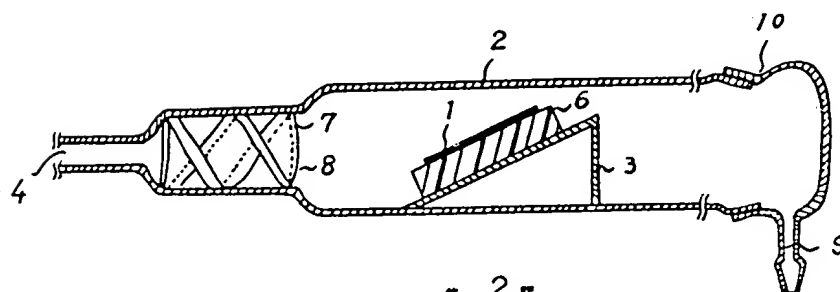
第2図



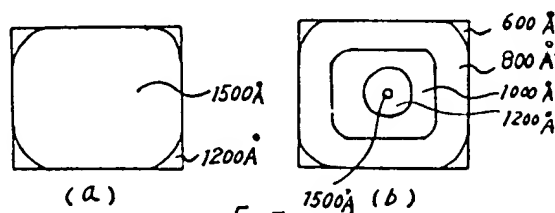
第3図

特許出願人

明細書上入子母体明細書  
明細書 長谷 恒一



第4図



第5図

上 申 書

明 細 書

昭和51年9月3日

特許庁長官 片 山 石 郎 殿

## 1. 事件の表示

昭和51年7月19日提出の特許願  
昭和51年特許第85846号

## 2. 発明の名称

気相成長による薄膜形成方法

## 3. 特許出願人

住 所 宮城県仙台市川内(番地なし)

氏 名 財団法人 半導体研究協会

理事長 長 谷 慎

## 4. 上申の理由

本件特許出願を昭和51年7月19日付で  
ペン書きで提出いたしました。改めてタイ  
プ印刷のものを提出いたしますから、何卒よ  
ろしくお取り計らい下さるようお願い申し上  
げます。

## 5. 添付書類

- (1) 願書正・副 各1通  
(2) 明細書 1通  
(3) 図 面  
(4) 出願審査請求書
- (昭和51年7月19日付提出)  
のものを提出

た新規な薄膜形成方法に関する。

CVDには、 $\text{SiCl}_4$  (四塩化けい素) の水素還元法による $\text{Si}$  (シリコン) の気相成長、 $\text{SiH}_4$  (シラン) と $\text{O}_2$  (酸素) との混合ガスによる $\text{SiO}_2$  (酸化けい素) の気相成長、 $\text{NH}_3$  (アンモニア) と $\text{SiH}_4$  との混合ガスによる $\text{Si}_3\text{N}_4$  (窒化けい素) の気相成長、 $\text{AsCl}_3$  (三塩化砒素) と $(\text{CH}_3)_3\text{Ga}$  (トリメチルガリウム) との混合ガスによる $\text{GaAs}$  (ガリウム砒素) の気相成長、その他がある。

従来これらのCVDは、数種類のガスを、反応槽のガス流入口から、反応槽内部に設けた基板に向け流すように、気相成長を行うことによつてなされている。

第1図は従来の薄膜形成装置の一例を示す概略断面図である。

薄膜が形成される基板1は、炉内に加熱炉5を有する反応槽2内に、カーボン・ボート6を介し搬入される。

なお、カーボン・ボート6は、固定部3によつて固定されている。

## 1. 発明の名称 気相成長による薄膜形成方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 反応槽と一体もしくは別体として形成され、ガス流入口からの二種或いはそれ以上のガスを混合し、しかも層流に回転を与える状態で内部に有する管を設け、該管から流出する回転ガス流により基板上にほぼ一様な薄膜を形成することを特徴とする気相成長による薄膜形成方法。

(2) 反応槽のガス流入口に、反応槽と一体もしくは別体として形成され、前記ガス流入口からの二種或いはそれ以上のガスを混合し、しかも層流に回転を与える気体噴出部を内部に有する管を設け、該管から流出する回転ガス流により基板上にほぼ一様な薄膜を形成することを特徴とする気相成長による薄膜形成方法。

## 3. 発明の詳細な説明

本発明は、CVD (化学気相反応法) を用い

ガスは、反応槽2が有するガス流入口4から、基板1の表面のがけて直接流入される。従つて、ガスは混合が十分なされない。例えばシリコンの気相成長の場合であれば、 $\text{SiH}_4$  と $\text{H}_2$  (水素) とが十分混合されない。また、反応槽2内部のガスは、ガス自体が有している固有の粘性により、反応槽2の中央部と周辺部により速度の差が生じ、従つて、ガスが基板1の表面全体に均一にいきわたらせることはできない。更に、このガスは、第1図図中実線部分で示した経路をとるため、図中A部分とB部分では、成長方向の成長速度分布が異なり、図中、略率的にA部分の成長速度はB部分の成長速度より速い。従つて、流れ方向 (例えば図中矢印の方向) に向つて、流れ方向 (例えば図中矢印の方向) に向つて均一な薄膜分布をなすことができない。従つて、均一な薄膜の形成はできない。

そこで、この従来の欠点を少しでも緩和する

方法として、反応管2の径を出来る限り大きくし、しかもカスの流量を多くして、基板1の中央部と周辺部に供給する量を見出し均一にすることが考えられたが、やはりこれでも、数種類のカスがガス流入口よりそのまま流入されるので、カスの混合が不十分で、しかもカスの流れ方向の、又カス流の直角方向の成長速度分布もほとんど変わらず、依然として基板1上に均一な薄膜が得られずにいる。更にこの方法は、ガスを必要以上に使用するため、不経済で、このことが半導体装置の価格にも大いに影響している。又見流にすると逆流がおこつて汚染する欠点もある。

本発明は以上の従来の欠点を除去するものであり、その目的はカス電有効に用いて均一性の高い薄膜を形成する薄膜形成方法を提供することにある。

以下図面を参照して本発明の薄膜形成方法を詳細に説明する。

第2図は本発明の薄膜形成方法を用いた装置

の一例の概略断面図である。

この例における装置は、反応管2と、反応管2と一体としてガス流入口4に設けられ、形状がスクリー型羽根7を有する管8と、カスを反応管2外に流出する流出口9と、反応管キャップ10とから形成されている。

基板1は、反応管2内に、固定部3により固定されているボート6を介し固定される。

本発明の方法は、二種或いはそれ以上のカスを、ガス流入口4より、従来のように直接基板1へ送り込むのではなく、ボート6との間にスクリー型の羽根7を有する管8を介在させ、ここを通して基板1へ送り込む。

従つて、羽根7により、各カスは回転しながら十分混合され、しかも渦流に回転が与えられるので、反応管中央部と周辺部との速度の差を殆んどなくすることができ、しかも流れ方向の成分速度も同様に変化を殆んどなくすることから、基板1上に均一な薄膜が得られることになる。

次に、本発明の方法による薄膜形成が如何に優れているかを具体的に説明する。

例として、第2図に示した構造のもので、反応管2が直径40mmの石英ガラス管から成り、ガス流入口4、流出口9の径がそれぞれ10mm、基板1が2.5mm×2.5mmのSiを用いた場合を例にとり、羽根7を設けない従来のものと、羽根とボート間隙150 $\mu$ m、羽根間隙30 $\mu$ mなる羽根7を設けた本発明の一例のものとの半導体装置を比較し示したのが第1表である。

なお、ガスはH<sub>2</sub>を5 $\ell$ /min、SiCl<sub>4</sub>を1 $\ell$ /minのもとで20分供給してある。

第1表から明らかなように、本発明の方法を用いたものは、全体的に薄膜の成長厚さの相違をみた場合、違いの最大が1 $\mu$ mだけであり、従来の違い5.5 $\mu$ mに比べ格段に優れている。又、不純物濃度の相違をみても、本発明を用いたものは $0.2 \times 10^{14}$ atom/cm<sup>3</sup>、従来のものは $0.5 \times 10^{14}$ atom/cm<sup>3</sup>とこれ又大きな差がある。

成長厚さ(μm)	平均濃度(10 <sup>14</sup> atom/cm <sup>3</sup> )	最大濃度(10 <sup>14</sup> atom/cm <sup>3</sup> )	最小濃度(10 <sup>14</sup> atom/cm <sup>3</sup> )
2.20	2.10	2.10	2.10
(2.10)	(2.10)	(2.10)	(2.10)
1.50	1.50	1.50	1.50
(1.50)	(1.50)	(1.50)	(1.50)

第1表

第1表

以上第2図においては、スクリー型羽根7を有する管8が反応管2と一体となつている例により説明を行ったが、本発明の薄膜形成方法を實現できる装置はこれに限るものでない。

管8は、反応管2と一体でなく、別体のものでも、又反応管2のガス流入口4の前後にコネクタを介して設けたものでも構わず、又羽根7の形状はスクリー型に限られず、扇状に均一な回転が与えられるなら、如何なるものでもよい。

第3図は本発明の方法が實現できる羽根部分を示す概略図である。

第12図は、第2図における管8に相当する部

分で、反応管2と一体のもので、別体のもでも構わず、図示してあるのは一体の場合である。

管12における羽板は、スクリュウ型でなく、板状のものをねじり形成した部分11を複数個配列したものから成る。

具体的に一例を示せば、厚み1~3mmの石英ガラス或いはバイレックス板をねじり形成した部分11を、間隔20~50mmでもつて反応管2に交互に配列すればよい。

第4図は、本発明の方法が実現できる装置の他の一例で、二種あるいはそれ以上のガスの混合を気体噴出部により行うものである。

管14は、二個の気体噴出部13を有しており、この噴出部13から、気体の例えば  $H_2$  +  $SiCl_4$  を噴出し、ガス流入口4からのガスを回転させながら十分混合し、しかも層流に回転を与えるので、第2図に示した例と同様、基板上一様な薄膜が得られる。

第5図(a)は管14を直径5.5mm、長さ450mm

特開昭53-11576(Ⅶ)  
の石英反応管から、又気体噴出部13を直径10mm、気体噴出部先端3mmの石英ガラス管から夫々形成し、管14を第2図の装置における管10の部分に設けた場合の薄膜成長層の厚み分布、第5図(b)は従来の方法による薄膜成長層の厚み分布である。

基板は2.5mm×2.5mmのSiを用い、 $SiH_4$  の気相成長により  $H_2$  を0.15ℓ/min、 $NH_3$  を0.05ℓ/min、0.3%の  $SiH_4$  を0.03ℓ/min、1000°Cのところで10分成長してある。

第5図(a)、(b)には、薄膜成長層の厚み分布を示したが、ピンホール、クラック等でも異なりは異ながある。

なお、第4図には気体噴出部13が2個のもの示してあるが、何も2個に限られるものではなく、設計条件により異なる。

以上これまでの例においては、 $SiCl_4$  によるSiの気相成長及び  $Si_3N_4$  を述べたが、本発明はこれに限られるものではなく、 $SiO_2$  の  $SiH_4$  +  $O_2$  からのCVDなど絶縁用薄膜、 $Si_3N_4$  等の

I-V化合物気相成長等に運用できるのは勿論である。

以上説明したように本発明の薄膜形成方法は、反応管のガス流入口に、反応管と一体もしくは別体として形成され、ガス流入口からの二種或いはそれ以上のガスを混合し、しかも層流に回転を与える羽板を内部に有する管を設けるか、或いは羽板の代りに気体噴出部を有する管を設けるかすることにより、反応管中央部と端部との速度の差を殆んどなくすることができ、しかも流れ方向の成分速度も同様に差を殆んどなくするので、基板上に一様な薄膜を得ることができる工業的に大きな利点を有している。

1図面の簡単な説明

第1図は従来の薄膜形成装置の一例を示す概略断面図、第2図は本発明の薄膜形成方法を用いた装置の一例の概略断面図、第3図は本発明の方法が実現できる羽板部分を示す概略図、第4図は本発明の方法が実現できる装置の他の一例、第5図(a)、(b)は、従来の装置によつた基板

上の薄膜形成状態と、本発明の方法によつた基板上の薄膜形成状態とを示す図である。

1.....基板、2.....反応管、3.....ガス流入口、  
7・11.....羽板、8・12・14.....管、  
13.....気体噴出部

特許出願人

出願人 工業技術院

理事長 長 谷 川 一





手続補正書

昭和51年11月11日

特許庁長官 片山石郎殿

1. 事件の表示 昭和51年特許願第85846号
2. 発明の名称 気相成長装置及び気相成長方法
3. 補正をする者  
事件との関係 特許出願人  
住 所 宮城県仙台市川内(希地なし)  
氏 名 財団法人 半導体研究振興会  
理事長 長谷 慎
4. 補正により増加する発明の数 1
5. 補正の対象  
「明細書」、平面図
6. 補正の内容  
別紙のとおり



特開昭53-11576(8)

全文補正明細書

1. 発明の名称 気相成長装置及び気相成長方法
2. 特許請求の範囲

- (1) 反応管と一体もしくは別体として形成され、ガス流入口からの一種もしくは数種類のガスを供給、混合し、しかも層流に回転を与える羽根を少くとも一つ内部に有する管を設け、該管を流れる回転ガス流により基板上面にほぼ一様に付着させることを特徴とする気相成長装置。
- (2) 反応管のガス流入口に反応管と一体もしくは別体として形成され、前記ガス流入口からの一種もしくは数種類のガスを供給、混合し、しかも層流に回転を与える気体噴出部を少くとも一つ内部に向けて取り付け、該管を流れる回転ガス流により基板上面にほぼ一様に付着させることを特徴とする気相成長装置。
- (3) 一種もしくは数種類のガスを、反応管のガス流入口に層流に回転を与える装置

を設け、前記回転ガス流により基板上面にほぼ一様に付着させることを特徴とする気相成長方法。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、CVD(化学気相反応)を用いた最新の気相成長装置及び気相成長方法に関する。

CVDには、 $SiCl_4$ (四塩化けい素)の水素還元による $Si$ (シリコン)の気相成長、 $SiH_4$ (シラン)と $O_2$ (酸素)との混合ガスによる $SiO_2$ (酸化けい素)の気相成長、 $NH_3$ (アンモニア)と $SiH_4$ との混合ガスによる $Si_3N_4$ (窒化けい素)の気相成長、 $AlCl_3$ (三塩化アルミニウム)と $ClH_3$ (トリメチルガリウム)との混合ガスによる $GaAs$ (ガリウム砒素)の気相成長、その他がある。

従来これらのCVDは、数種類のガスを、反応管のガス流入口から、反応管内部に設けた基板に向け直接封入し、気相成長を行なうことによってなされている。

第1図は従来の気相成長装置の一例を示す

概略断面図である。

気相成長により付着が施される基板1は、副室に加熱炉5を有する反応管2内の固定部3に、カーボン・ボート6を介し固定される。数種類のガスは、反応管2が有するガス流入口4から基板1の表面めがけて直接流入される。従って、ガスは混合が十分なされないまま、例えばシリコンの気相成長の場合であれば、 $SiCl_4$ と $H_2$ (水素)のキャリアガスとが十分混合されないまま、基板1に向かう。又これらのガスは、ガス自体が有している固有の粘性により、反応管2の中央部と周辺部により流れの差が生じ、従って、数種類のガスを基板1の表面全体に均一にいきわたらせることはできない。更に、この数種類のガスは、第1図の中央線Cで示した経路をとるため、図中A部分とB部分とでは、流れ方向の成長速度が異なり、即ち、結果的にA部分の成長速度はB部分の成長速度に比べ大きく、従って、流れ方向(例えば図中央線Cの場合は矢印方

向)に均一な不純物分布をもたせることができず、これ又基板1表面に均一な付着はできない。

要するに、従来の気相成長装置及び気相成長方法では、どうしても基板表面に均一な付着を得ることができずにいる。

そこで、この従来の欠点を少しでも緩和する気相成長装置として、反応管2の径を出来る限り大きくし、数種類から成るガスの流量を多くし、基板1の中央部を周辺部に供給する量を見掛上均一にするものが考えられたが、やはりこの装置を使った成長方法も、数種類のガスがガス流入口よりそのまま流入されるので、ガスの混合が不十分で、しかもガスの流れ方向の、又ガス流の直交方向の成長速度分布もさほど変わらず、依然として基板1上に均一な付着が得られずにいる。更にこの方法は、ガスを必要以上に使用するため、不経済で、このことが半導体装置、製品の価格にも大いに影響している。又且流にすると逆流

が起って汚染する欠点もある。

本発明は以上の従来の欠点を除去するものであり、その目的はガスを有効に用いて均一性の高い付着を得る気相成長装置及び気相成長方法を提供することにある。

以下図面を参照して本発明を詳細に説明する。

第2図は本発明の気相成長装置の一例の概略断面図である。

この例における気相成長装置は、反応管2と、反応管2と一体としてガス流入口4に設けられ、形状がスクリー型の羽根7を有する管8と、ガスを反応管2外に放出する流出口9と、反応管キャップ10とから形成されている。

基板1は、反応管2内に、固定部3により固定されているポート6を介し固定される。

本発明の方法は、一種もしくは数種類のガスをガス流入口4より、管8のスクリー型の羽根7を介し、ガスを回転させながら十分

混合し、しかも層流に回転を与え反応管中央部と周辺部との速度の差を殆んどなくし、しかも流れ方向の成分速度も同様に差を殆んどなくすることができ、基板1上に均一な薄膜が得られる。

次に、本発明の装置及び方法を用いた気相成長が如何に優れているか具体的に説明する。

例えば、第2図に示した構造のもので、五英ガラス管から成る反応管2の直径40mm、ガス流入口4、流出口9の径が4mm、基板1の大きさが25mm×25mmの場合、羽根7を設けない従来のものと、羽根とポート間隔150mm、羽根間隔30mmなる羽根7を設けた本発明のものとは第1表に示すように差がある。なお、この場合ガスとしてH<sub>2</sub>を5ℓ/min、SiCl<sub>4</sub>を1ℓ/min、0℃のもとで20分流してある。

第1表から明らかなように、本発明の装置及び方法を用いたものは、全体的に薄膜の成長厚さの相違をみた場合、違いの最高が10μmだけであり、従来の違い55μmに比べ格段に優

れている。又、不純物密度の相違をみても、本発明を用いたものは $0.2 \times 10^{14}$  atoms/cm<sup>3</sup>、従来のものは $0.5 \times 10^{14}$  atoms/cm<sup>3</sup>とこれ又大きな差がある。

	基板の前	基板の後	管中央部	管周辺部
成長厚さ(μm)	220 (230)	210 (175)	210 (210)	215 (185)
不純物密度(atoms/cm <sup>3</sup> )	$1.5 \times 10^{14}$ ( $1.3 \times 10^{14}$ )	$1.3 \times 10^{14}$ ( $1.0 \times 10^{14}$ )	$1.1 \times 10^{14}$ ( $1.1 \times 10^{14}$ )	$1.3 \times 10^{14}$ ( $1.2 \times 10^{14}$ )

(成長条件は従来)

(第1表)

以上第2図においては、スクリー型の羽根7を有する管8が反応管2と一体となっている例により説明を行ったが、本発明の気相成長を実現できる装置はこれに限るものでない。管8は、反応管2と一体でなく、別体のものでも、又反応管2のガス流入口4の前にコネクタを介して設けたものでも構わず、又羽根7の形状はスクリー型に限られず、層流に均一な回転が与えられるなら、如何なる

ものでもよい。

第3図は本発明気相成長装置の他の一例で羽根部分を示す概略図である。

管12は、第2図における管8に相当する部分で、反応管2と一体のもので、別体のものでも構わず、図示してあるのは一体の場合である。

管12における羽根は、スクリー型でなく、板状のものをねじり形成した部分11を複数個配列したものから成る。

具体的に一例を示せば、厚み1~3mmの石英ガラス或いはバイレックス板をねじり形成した部分11を、間隔20~50mmをもって反応管2に交互に配列すればよい。

第4図は、本発明の気相成長装置の更に他の一例である。一種もしくは数種類のガスを管14に設けられた二個の気体噴出部13を介して管14の内部に供給する。これらのガス流入口4からのガスに回転させながら十分混合し、しかも層流に回転を与えるので、第

5のSiの気相成長及びSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>を述べたが、本発明はこれに限られるものではなく、SiO<sub>2</sub>のSiH<sub>4</sub>+O<sub>2</sub>からのCVDなど絶縁用薄膜、GaAs等のIII-V化合物気相成長、SiH<sub>4</sub>によるSiの気相成長等に適用できるのは勿論である。

以上説明したように本発明の気相成長装置及び方法は、反応管のガス流入口に、反応管と一体もしくは別体として形成され、ガス流入口からの二種或いはそれ以上のガスを混合し、しかも層流に回転を与える羽根を内部に有する管を設けるか、或いは羽根の代りに気体噴出部を有する管を設けるかすることにより、反応管中央部と周辺部との速度の差を殆んどなくすることができ、しかも流れ方向の成分速度も同様に差を殆んどなくせるので、基板上一様な成長層を得ることができ工業的にも大きな利点を有している。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は従来の気相成長装置の一例を示す概略断面図、第2図は本発明の気相成長装置

特開昭53-11576(10)

2図に示した例と同様、基板上に均一な気相成長層が得られる。

第5図(a)は管14を直径5mm、長さ450mmの石英反応管から、又気体噴出部13を直径10mm、気体噴出部先端3mmの石英ガラス管から夫々形成し、管14を第2図の装置における管8の部分に設けた場合の成長層の厚み分布、第5図(b)は従来の方法による成長層の厚み分布である。

基板は25mm×25mmのSiを用い、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>の気相成長によりH<sub>2</sub>を0.15ℓ/min、NH<sub>3</sub>を8ℓ/min、0.3%のSiH<sub>4</sub>を0.03ℓ/min、1,000℃のもとで10分流してある。

第5図(a)、(b)には、成長層の厚み分布を示したが、ピンホール、クラック等でも著しい差異がある。

なお、第4図には気体噴出部13が2個のものをして示してあるが、何も2個に限られるものではなく、設計条件により異なる。

以上これまでの例においては、SiCl<sub>4</sub>によ

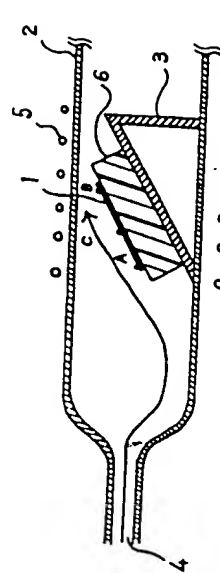
う一例の概略断面図、第3図は本発明気相成長装置の他の一例で羽根部分を示す概略図、第4図は本発明の気相成長装置の他の一例、第5図(a)、(b)は、従来の装置によった基板上の厚み分布と、本発明によった基板上の厚み分布を示す図である。

1……基板、2……反応管、  
4……ガス流入口、7、11……羽根  
8、12、13……管、13……気体噴出部

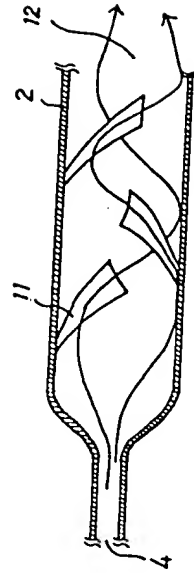
特許出願人

財団法人 半導体研究振興会

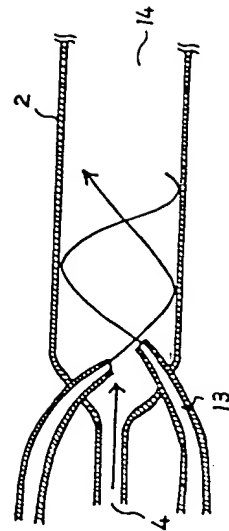
理事長 長谷 慎



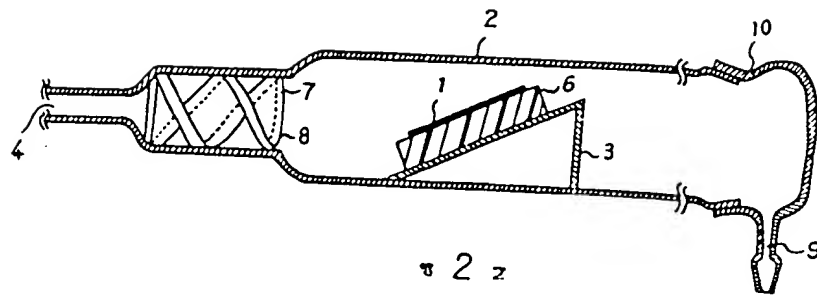
第 1 図



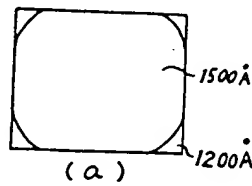
第 3 図



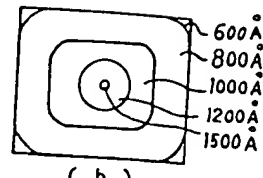
第 4 図



第 2 図



(a)



(b)

第 5 図